



台大人・森林情一

台灣本土林木永續經營利用新觀念

文・圖／張上鎮（森林環境暨資源學系教授）

接到《台大校友雙月刊》之電話邀請，要我撰寫個人之學術研究概要，與大家分享成果。這不禁令我回想到 30 年前大學入學的那一天，當我一腳踏進台大森林學系，便墜入神奇浩瀚的森林領域中，從此與台灣森林結下不解之緣。

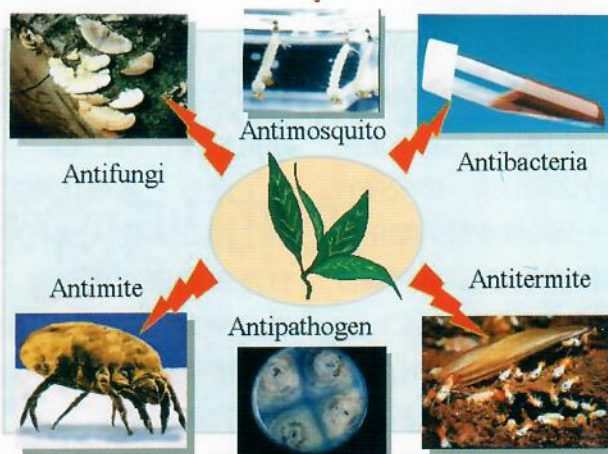
台灣的森林面積約佔 59%，由於地理環境、地形與氣候得天獨厚，蘊育了豐富且多樣化的森林，其中更有不少世界著名的珍貴樹種，如：台灣扁柏、紅檜、台灣杉、台灣肖楠、土肉桂等。事實上，林木是相當傑出的「生物化學家」，他們會製造特殊的化合物以應付逆境，對抗外來的侵襲，適應生長環境。換言之，植物體內代謝產物，除與其生化系統有關之外，與外在環境亦有著密不可分的關係。台灣森林中的本土林木為了適應各自特殊的生長環境，在其生理代謝過程中產生了一些特殊的抽

出成分，進而賦予木材良好的耐久性與獨特香味，這些成分都是稀世珍寶。換言之，台灣森林中的本土樹種所含豐富且珍貴的特殊成分，非常值得我們重視而予以研究開發。

爲了要從台灣本土樹種木材抽出成分中尋找有利用價值的天然化學藥品，除了需要分離、純化與鑑定抽出成分結構外，更需進行一系列的生物活性（Bioactivity）評估，包括抗真菌、抗白蟻、抗蟻、抗細菌，甚至還包括與人類生理機能相關之抗氧化、抗腫瘤的功效實驗，並瞭解其作用與機制，以便開發及應用。我最初選擇的研究對象爲台灣杉（*Taiwania cryptomerioides* Hayata），最主要之原因是其學名中之屬名爲 *Taiwania*，見其名就可直接聯想到台灣，其次由於台灣杉與銀杏、世界爺及水杉同屬中生代與新生代第三紀子遺植物，爲世界級之珍貴樹種，亦曾是台灣重要的經濟造林樹種之一。猶記得當初選擇台灣杉作爲研究主題時，有許多前輩及關心的同僚好友基於種種原因都不看好，但經過多年與研究生的努力，終於證實台灣杉心材中之抽出成分具有抗細菌、抗蟻、抗白蟻、抗真菌及抑止腫瘤細胞生長等生物活性，試驗亦證實台灣杉心材成分中之台灣杉酚素 - A（Taiwanin A）、台灣杉酚素 - E（Taiwanin E）和二甲基羅漢松脂酚（Dimethylmatairesinol）對肺癌（A-549）、乳癌（MCF-7）、直腸癌（HT-29）的三種腫瘤細胞具有顯著的毒殺活性，沙維寧（Savinin）對 MCF-7 乳癌腫瘤細胞與 HT-29 直腸癌腫瘤細胞有顯著的毒殺活性， α -杜松子醇對 HT-29 直腸癌腫瘤細胞有顯著的毒殺活性，T- 繆羅醇對 MCF-7 乳癌腫瘤細胞有顯著的毒殺活性。其中，又以台灣杉酚素 - A 的活性最



Bioactivities of *C. osmophloeum* essential oil



土肉桂葉子的精油及其成份中的化合物具有抗菌、抗蟻及抗蟎效果。

強(ED_{50} : A-549 = $0.4 \mu\text{g/mL}$, MCF-7 = $0.5 \mu\text{g/mL}$, HT-29 = $0.3 \mu\text{g/mL}$)。有關台灣杉心材中之抽出成分之各種生物活性，有興趣者請參閱參考文獻第一篇發表於 J. Wood Science 之 Review Article。

除了台灣杉，筆者亦積極研究土肉桂 (*Cinnamomum osmophloeum* Kaneh., 俗稱 Indigenous

cinnamon) 成分之各種生物活性，土肉桂是台灣固有的本土闊葉樹種之一，分類上屬於樟科 (Lauraceae)、樟屬 (*Cinnamomum*)，研究顯示它的特殊之處在於其「葉子」精油含有與大陸菌桂樹皮油相似比例的成分，如能直接採收「葉子」利用，就可不必砍伐樹木或剝皮；此外，研究亦顯示土肉桂葉子有多種化學品系，即其主要成分不同，故應有不同的功效與用途。最近我在《美國農業與食品化學》期刊發表了一篇有關「土肉桂葉子精油及其成分之抗蚊蟲活性」的研究報告，獲得國際科學期刊雜誌與一般媒體的注意，American Chemical Society's Office of Communications 率先報導，接著 New Scientist magazine in England, Chemical & Engineering News, CanWest News Service in Canada 等國際期刊雜誌先後大篇幅報導此項特殊研究結果，甚至連《紐約時報》(The New York Times) 等新聞媒體亦予以刊載介紹。此外，化學教育期刊 (J. of Chemical Education) 亦擬報導供作高中生之學習教材與

範例。

這些報導使得國內極具學術與應用價值之研究成果及台灣特有植物土肉桂躍升於國際舞臺，打響了知名度。而最近國內多家電視及報紙雜誌亦先後報導，讓大家知道台灣森林中的確孕育了非常珍貴的瓊漿玉液，亦引起民眾廣泛興趣。

由於國內居住環境的惡質化，登革熱與過敏性病患卻逐年增加，因此，為了尋求符合環保生態的天然殺蟲劑，筆者曾將肉桂葉精油及其主要成分進行分析，並評估這些天然化合物殺死導致登革熱病媒蚊「埃及斑蚊幼蟲」的效果，經過 24 小時的試驗結果證實，土肉桂葉子精油及其成分中的桂皮醛 (Cinnamaldehyde)、乙酸桂皮酯 (Cinnamyl acetate)、丁香酚 (Eugenol)、茴香醚 (Anethole) 等 4 種化合物均具有良好殺死埃及斑蚊幼蟲的效果 (Table 1)。事實上，最近的研究結果亦顯示對白線斑蚊蚊蟲也有很好的致死效果。此外，筆者亦測試土肉桂葉精油及其主要成分的抗蟎活性，希

望能尋得天然的抽出成分來抑制蟎類的生長，預防過敏性疾病的產生。抗蟎試驗採國內住屋常見之二種室塵蟎，包括歐洲室塵蟎 (*Dermatophagoides pteronyssinus*) 和美洲室塵蟎 (*Dermatophagoides farinae*) 進行。試驗結果證實，桂皮醛型土肉桂葉部精油對蟎類具有很強的致死力，在濃度低至 $6.3 \mu\text{g/cm}^2$ 時，無論對歐洲室塵蟎或美洲室塵蟎

Table 1. LC_{50} and LC_{90} Values of Leaf Essential Oil and Its Eleven Compounds from Cinnamaldehyde Type *C. osmophloeum* against the Yellow Fever Mosquito *A. aegypti* larvae

Samples	24 h		48 h	
	LC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)	LC_{90} ($\mu\text{g/mL}$)	LC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)	LC_{90} ($\mu\text{g/mL}$)
Cinnamaldehyde type essential oil	36	79	23	43
Cinnamaldehyde	29	48	21	42
Cinnamyl acetate	33	>50	26	48
Benzaldehyde	>50	>50	33	>50
Camphor	>50	>50	>50	>50
Benzenepropanal	>50	>50	>50	>50
Eugenol	33	>50	13	37
Bornyl acetate	>50	>50	48	>50
β -Caryophyllene	>50	>50	34	>50
Caryophyllene oxide	>50	>50	>50	>50
Anethole	42	>50	16	38
Linalool	>50	>50	>50	>50



均可造成100%的死亡率。而土肉桂葉精油中主要成分的桂皮醛及另一重要成分丁香酚亦具有顯著的抗蟻活性，但致死力卻不如土肉桂葉精油來得高，這表示土肉桂葉精油的抗蟻活性，須由某些特殊成分或一群成分的增效作用而產生較強的抗蟻活性。至於桂皮醛同類化合物的抗蟻試驗結果，無論對歐洲室塵蟻或美洲室塵蟻皆以桂皮乙酸酯顯現最強的抗蟻活性，在濃度為 $6.3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 時皆達100%的死亡率。肉桂具有特殊的香味，一般給人的感覺是：芳香、溫和、香辛、甘味等，甚至有人覺得肉桂帶有令人愉快的甜味，如作為環境衛生用藥，一定為大眾所接受。

土肉桂「葉子」精油及其成分除了對病媒蚊蚊蟲



張上鎮教授 小檔案

張上鎮於1982年獲得美國維吉尼亞州立理工大學博士學位。現為台大森林環境暨資源學系教授，亦為國際木材科學院（International Academy of Wood Science）院士（Fellow）。目前擔任國科會「政府科技發展計畫」林業領域召集人及國科會「森林、水保與生態」學門召集人；亦擔任林產事業協會、木質構造建築協會、中華林學會等常務理事、理事等。曾任台灣省林業試驗所研究員兼森林化學系主任、台大農學院實驗林管理處處長、美國普度大學客座研究員及法國南希第一大學客座教授。曾榮獲中華林學會學術獎、中華民國林產事業協會木材化學學術獎、大學生暑期專題研究計畫優良研究創作指導獎、國科會優等研究獎，以及台大研究成就獎、教學優良獎、生農學院教學優良教師獎等。研究領域包括：林木抽出成分分析與利用、生物材料保存與化學加工、木材塗料性質分析、生物材料與塗料之耐久性、生物材料表面特性分析等。

之幼蟲及室塵蟻具有優異的致死效果外，多年的研究結果亦先後證實土肉桂的葉子精油及成分具有很好抗細菌、抗白蟻、抗腐朽菌、抗病源菌等生物活性；此外，各種化學品系之土肉桂葉子，由於其所含主成分不同，應有不同的功效與用途，這些都還有待繼續研究與開發；換言之，土肉桂葉子為相當具有潛力可供開發應用之本土資源。至於其他生物活性或保健醫療之功效，均非常值得重視而予以加強研究與開發。

有朝一日，摘葉成精，將此妙用無窮且符合環保的天然葉子精油或其成分，研發成環保藥劑、保健用品、食品添加劑、芳香劑、食品包裝用紙及防黴抗菌性紙類等產品，應用於居家生活中，不僅能增進森林產物的利用，對人體健康亦有相當的助益。特別是直接採收「葉子」予以打碎或磨粉利用，還是將「葉子」提煉精油或萃取特殊成分，而不必砍伐樹木或剝皮，絕對符合環保的需求，且可永續性連年收穫。只要善加推廣利用，不但增進林地的合理利用與價值，甚至發展成地方性或區域性的特殊產業，提高林農之經濟收益，更可在台灣建造符合「永續經營利用」的本土森林資源。（感謝一起打拼的教授與研究伙伴，更感謝提供經費、材料與協助之有關單位。）

參考文獻

1. Chang, S.-T., S.-Y. Wang, and Y.-H. Kuo. (2003) Resources and bioactive substances from Taiwan (*Taiwania cryptomerioides*). *J. Wood Sci.* 49: 1-4.
2. Wang, S.-Y., P.-F. Chen, and S.-T. Chang. (2004) Antifungal activities of essential oils and their constituents from indigenous cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*) leaves against wood decay fungi. *Bioresource Technol.* 96(1): in press.
3. Cheng, S.-S., J.-Y. Liu, K.-H. Tsai, W.-J. Chen, and S.-T. Chang. (2004) Chemical composition and mosquito larvicidal activity of essential oils from leaves of different *Cinnamomum osmophloeum* provenances. *J. Agric. Food Chem.* 52(14): 4395-4400.
4. Chang, S.-T. and S.-S. Cheng. (2002) Antitermitic activity of leaf essential oils and components from *Cinnamomum osmophloeum*. *J. Agric. Food Chem.* 50(6): 1389-1392.
5. Chang, S.-T., P.-F. Chen, and S.-C. Chang. (2001) Antibacterial activity of leaf essential oils and their constituents from *Cinnamomum osmophloeum*. *J. Ethnopharmacology*. 77(1): 123-127.
6. 陳品方、張上鎮、吳懷慧 (2002) 土肉桂葉精油及其成分之抗蟻活性。中華林學季刊。35(4): 397-403。